

УДК 539.43:620.178

А. В. КУХАРЕВ, Институт порошковой металлургии, Минск, Беларусь

НЕКОТОРЫЕ ЭТАПЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРИБОФАТИКИ

Приведены краткие сведения об этапах развития трибофатики как науки, обсуждаются ее основные идеи и роль в прогрессе машиностроения, при этом автор опирается на мнение известных ученых-механиков и организаторов науки.

Введение. Определение термина *трибофатика* дано в межгосударственном стандарте ГОСТ 30638–99 [1]; трибофатика – наука об износоусталостных повреждениях и разрушении силовых систем машин и оборудования. Публикация этого термина впервые появилась в 1986 году [2]. С тех пор пройден трудный путь становления и признания трибофатики. Мне хотелось бы кратко рассказать лишь о некоторых этапах развития трибофатики, поскольку многие события происходили с моим участием.

О трибофатике: 1995 г. В 1995 г. на одном из совещаний мне пришлось говорить о трибофатике. Сокращенный текст этого выступления, который был в 1996 г. опубликован [3] под заголовком «Трибофатика уже служит и будет служить людям», воспроизводится ниже.

Когда в 1986 году впервые был опубликован термин трибофатика (а это было у нас в Минске), он не вызвал никаких особых эмоций. Но уже в 1990 году на Всесоюзном научно-техническом совещании (в Гомеле) состоялась бурная дискуссия. Специалисты из известных научных центров Советского Союза хотели выяснить, что же такое трибофатика – наука? Или новое направление в какой-то науке?

Большинство специалистов, которые принимали участие в работе Международного симпозиума по трибофатике в 1993 г. (г. Гомель, Беларусь), уже были близко знакомы с трибофатикой, а для многих она стала и предметом конкретной деятельности. Но были там ученые и инженеры, для которых слово «трибофатика» звучало как новость. И дискуссия (наука? – не наука?) продолжалась – и не улеглась до сих пор.

Я хотел бы сказать, что это – не совсем праздный вопрос. И его решение – отнюдь не игрушка в руках теоретиков. По моему мнению, ответ на этот вопрос имеет значение в первую очередь для машиностроения. Чтобы обосновать это утверждение, сошлюсь на недавние события и... баталии.

Во всем мире велись и поныне ведутся исследования процессов трения и изнашивания, велись и поныне ведутся исследования роли смазки при контактом взаимодействии твердых тел. Но ведущую роль, конечно, играют, ну, скажем так, – комплексные исследования, т. е. исследования по трибологии. Здесь все три процесса изучаются в их неразрывной взаимосвязи, т. е. комплексно. Что это дает?

Тут я не могу не вспомнить ту работу профессора Джоста (Великобритания), в которой он оценил конкретно, во что обходится борьба против новых веяний в науке. В начале, пишет он, трибологией пренебрегали вследствие многосторонности. И как прямой результат такого пренебрежения – замедленное развитие конструирования

в машиностроении и огромные денежные затраты на снижение трения и износа и ликвидацию их последствий... Только в Великобритании можно было сэкономить 5,5 млн фунтов стерлингов (по оценке 1965 г.), если бы больше внимания уделяли трибологии. Теперь считают, что должное внимание трибологии могло бы дать экономию средств от 1,3 до 1,6 % валового национального дохода. Таковы масштабы потерь только в одной стране!

И вот у нас разработаны основы трибофатики. Она изучает закономерности износоусталостных повреждений. А эти повреждения, как неоднократно сообщалось, дают 70, 80, а то и 90 % преждевременных отказов современных машин и оборудования. И трибофатика находит новые и эффективные пути управления этими повреждениями, методы их предотвращения. Подумать только: если весь технический мир (и мы вместе с ним) искал и ищет меры по борьбе с износом, стремясь к так называемому безыносному трению, то специалисты по трибофатике установили, что во многих ответственных случаях износ, наоборот, необходим, чтобы увеличить долговечность силовой системы. И подобный подход ведет не только к повышению надежности машин, но и к экономии огромных средств.

Теперь вместо борьбы с износом кое-кто вступает в борьбу с трибофатикой. И призывает к тому, чтобы сократить финансирование на исследования по трибофатике, и не вводить курс по трибофатике в вузах, и не открывать специализацию по трибофатике, и не разрабатывать машины для износоусталостных испытаний...

В этой связи я хочу напомнить, как бережно относился к науке Фрэнсис Бэкон. Если бы, писал он, наука сама по себе не приносила никакой пользы, то и тогда нельзя было бы назвать ее бесполезной, лишь бы только она изощряла ум и заводила в нем порядок. Ну, а в наше время дело науки – служить людям. Таково мнение Льва Толстого. И разве можем мы не разделять этого мнения? И у нас нет никаких сомнений, что трибофатика уже служит и будет служить людям...

...Так что же такое трибофатика?

Когда кое-кто из трибологов утверждает, что трибофатика – это новое научное направление в трибологии, то, по-моему, он прав лишь отчасти. Отчасти потому, что он принимает во внимание только одну сторону медали, а именно: влияние циклических нагрузок на изменение характеристик трения и износоусталости. Именно эта сторона медали соответствует устоявшимся представлениям и традиционным научным интересам «закоренелого триболога».

Когда же кое-кто из прочнистов, наоборот, утверждает, что трибофатика – это новое научное направление в механике усталостного разрушения, то, по-моему,

он тоже прав лишь отчасти. Отчасти потому, что он принимает во внимание только одну (естественно, другую – по сравнению с трибологом) сторону медали, а именно: влияние процессов трения и изнашивания на изменение характеристик сопротивления усталости. Именно эта сторона медали соответствует устоявшимся представлениям и традиционным научным интересам «закоренелого прочниста».

Если же перешагнуть через познавательный психологический барьер, разделяющий узких специалистов, и принять во внимание обе равноправные стороны медали в их неразрывном единстве, то получается, что на стыке трибологии и механики усталостного разрушения возникли два новых научных направления, которые, будучи диалектически объединенными, и составили основу новой науки – трибофатики. И, как положено всякой науке, трибофатика имеет свой предмет исследования (силовые системы), свои методы исследования (износоусталостные испытания), свои модели и критерии (комплексные показатели износоусталостного повреждения). И если трибофатика «стоит на плечах» таких наук, как трибология, механика усталостного разрушения, надежность механических систем, то это никак не умаляет значения наук – источников трибофатики, но это доказывает жизненную силу и мощь новой науки. Вспомним Исаака Ньютона: «Если мы видели дальше других, то это потому, что стояли на плечах гигантов». Специалисты по трибофатике уже доказали, что они видят дальше других.

Трибофатика: 2000 г. К этому времени в области трибофатики получены результаты, которые II Международный симпозиум по трибофатике (Москва, 1996) оценивает как приоритетные. Я лишь кратко перечислю некоторые достижения в этой области:

- предложены и экспериментально отработаны новые методы и технологии износоусталостных испытаний;

- экспериментально изучены основные закономерности износоусталостного повреждения (прямой и обратный эффекты);

- поставлено и решено несколько теоретических задач, обобщение которых позволило сформулировать основы механики износоусталостного повреждения и разрушения;

- ставится и решается практическая задача управления процессами износоусталостного повреждения применительно к разрабатываемым силовым системам машин и оборудования;

- подготовлены и изданы первые обобщающие книги по трибофатике;

- создан, утвержден в установленном порядке и введен ряд стандартов в области трибофатики;

- разработано несколько модификаций машин серии СИ для износоусталостных испытаний материалов и моделей силовых систем.

Теперь о тех перспективах, которые указал II Международный симпозиум по трибофатике [4].

(А) Развитие трибофатики в теоретическом плане будет определяться углубленным познанием основных закономерностей износоусталостного повреждения материалов, условий достижения силовыми системами предельного состояния, а также поиском новых принципов и методов прогнозирования долговечности и предотвращения аварийных ситуаций при эксплуатации сложных технических устройств ответственного назначения.

(В) Развитие трибофатики в практическом плане ведет к переходу от конструирования отдельных деталей машин и оборудования к ресурсному проектированию силовых систем, при этом должен быть разработан и внедрен комплекс методов управления износоусталостным повреждением конкретных силовых систем, что обеспечит снижение затрат труда, средств и материалов в сферах производства и эксплуатации современных машин при одновременном повышении их долговечности.

(С) В плане совершенствования испытательной техники развитие трибофатики ведет к разработке и внедрению новых и высоких методов и технологий износоусталостных испытаний, в том числе ускоренных, и созданию на их основе нового класса испытательного оборудования.

(D) В плане создания нормативно-технической базы развитие трибофатики ведет к разработке и внедрению комплекса стандартов на методы износоусталостных испытаний, что позволит в дальнейшем ставить и решать задачу сертификации силовых систем по важнейшим критериям работоспособности.

(Е) В области подготовки кадров развитие трибофатики ведет к необходимости включения в учебные планы вузов машиностроительного профиля дисциплины «Основы трибофатики» (Динамика, прочность и износоустойчивость машин, приборов и оборудования); назрело время для решения вопроса о введении такой же специальности для подготовки инженерных и научных кадров.

(F) В научно-организационном плане развитие трибофатики ведет к созданию и экспорту наукоемкой продукции (новые и высокие технологии испытаний, принципиально новое испытательное оборудование, новые стандарты).

В октябре 2000 г. ученые многих стран на III Международном симпозиуме по трибофатике (КНР, Пекин) подвели итоги ее развития за 15 лет [5]. Опубликована итоговая монография [6], написанная специалистами Беларуси, Украины, России и Китая. Я приведу здесь небольшую цитату из предисловия авторов к этой книге.

«Пятеро из нас были участниками III Международного симпозиума по трибофатике в Пекине (октябрь 2000 г.), но выступали там с докладами мы все. А другая наша пятёрка не только выступала с докладами, но и работала по организации двух предыдущих симпозиумов. И хотя наши доклады зачастую были представлены как отдельные, а задачу мы имели общую: своими исследованиями способствовать развитию трибофатики. Теперь мы объединили результаты наших работ – и думаем, что получилось единое целое, которое называется трибофатикой.

Писать монографию шестером трудно, даже если все авторы работают в одном коллективе. Но хотя нас разделяли и страны, и огромные расстояния, нам писать относительно легко: воодушевляла проблема, практическая значимость которой, по нашему мнению, для современного машиностроения огромна».

В библиографический список работ по трибофатике за 1995–2000 гг. [7] включены лишь те работы, появление которых так или иначе связано с Гомелем и, конечно, с комплексом НИОКР по трибофатике, выполненном в Беларуси. Список содержит более двухсот научных работ, авторами которых являются почти 70 ученых и инженеров более чем из 50 организаций.

Таким образом, можно утверждать, что трибофатика – новый и бурно развивающийся раздел механики.

На наших глазах идет объединение отдельных научных дисциплин в новую, более общую и комплексную дисциплину. Это еще один пример того, что нынешний этап эволюции науки характеризуется объединительными тенденциями: от частного – к общему.

Несколько слов о перспективности методологии трибофатики. В последние годы идеи трибофатики использованы для анализа жизни биологических объектов и особенно человека [8]. Жизнь рассматривается как особый способ накопления повреждений; разработаны основы количественного анализа в диалектике. Тем самым трибофатика становится полезной и в гуманитарной области.

Недавно мне показали первую изготовленную «игрушку от трибофатики» – удивительно интересный механизм для моделирования износоусталостных повреждений. Пока еще нет теории такого моделирования и, следовательно, нет теории «игрушек от трибофатики». Но, зная специалистов в этой области, уверен: будет разработана такая теория; и надеюсь: будут получены новые, неожиданные пока результаты.

Трибофатика: 2005. В моем докладе [9] на V Международном симпозиуме по трибофатике (Иркутск, 2005) сказано: *«Я пишу эти строки не как сторонний наблюдатель, не как специалист, который исследует историю науки, а как непосредственный участник основных событий, связанных с рождением, развитием и становлением новой науки – трибофатики.*

Кольбелью трибофатики стала Беларусь. Но Москва, Пекин и Киев очень много сделали для того, чтобы она возмужала – и была признана сообществом ученых и инженеров. И все же Гомель был и в течение двадцати лет остается первым городом на пути трибофатики: здесь проведены фундаментальные эксперименты, сформулированы новые концепции, получены основополагающие теоретические результаты – и здесь же, в БелГУТе, был проведен незабываемый первый Международный симпозиум по трибофатике (1993) [10], а сама трибофатика впервые получила полноценный статус учебной дисциплины для будущих инженеров-механиков [11]. И, наконец, именно в Гомеле, в производственном объединении «ГОМСЕЛЬМАШ», была создана первая заводская лаборатория по трибофатике. Во всем этом – несомненная заслуга профессора Л. А. Сосновского, 70-летие которого мы отмечаем в текущем, 2005 году, – как и 20-летие трибофатики.»

Хотелось бы обратить внимание читателей на небольшую работу [12], которая была издана в «начале пути» трибофатики (1990) и которая стала своеобразным программным документом для ее развития. Протицируем здесь небольшую часть этой работы.

«...Развитие современной техники ставит перед наукой новую актуальную проблему комплексной оценки предельного состояния узлов, для которых характерны различные сочетания повреждающих явлений; подобные узлы называют силовыми системами...

...В общем случае комплексная оценка поврежденности и предельного состояния силовых систем современных машин может быть выполнена на базе принципиально нового подхода... Такой подход должен впитать в себя соответствующие достижения теории надежности механических систем, трибологии, механики усталостного разрушения, механики эрозионного разрушения, механики сплошных сред, механики непрерывной и ло-

кальной поврежденности, материаловедения, физики, химии, термодинамики. Диапазон объектов исследования здесь огромен – в любой современной машине найдется хотя бы одна силовая система, работоспособность которой определяется указанными явлениями. В практическом отношении целью является решение задачи большой экономической значимости: снижение затрат труда, средств и материалов на производство и эксплуатацию современных машин при одновременном повышении их эксплуатационной надежности.

Новый подход к комплексной оценке силовых систем по указанным критериям получил название трибофатики. Он соответствует одной из главных тенденций современного развития наук – тенденции интеграции частных наук, изучающих отдельные объекты (явления) в комплексные науки, изучающие взаимосвязанную совокупность (систему) объектов (явлений).

Развитие трибофатики, как и всякой науки, будет определяться, прежде всего, постановкой и решением комплексных теоретических задач, имеющих важное практическое значение; необходимо, кроме того, выполнить большой объем экспериментальных исследований, чтобы установить соответствующие закономерности сопротивления материалов в условиях многокомпонентного воздействия и дать оценку погрешности теоретических зависимостей. Проведение широких экспериментальных исследований возможно, если будет создан новый класс испытательного оборудования – машин для износоусталостных испытаний материалов и узлов в условиях, близких к эксплуатационным...

...Что касается теоретических разработок, то представляется возможным обозначить несколько наиболее общих, по нашему мнению, проблем. Следует полагать, что потребуются:

1) новый подход к дальнейшему развитию отдельных наук (трибологии, механики усталостного разрушения, механики эрозионного разрушения), обеспечивающий их тесное взаимодействие...;

2) осмыслить, каким образом, изучая взаимодействие отдельных наук, их изменение при этом взаимодействии, получить качественно новый результат – комплексные критерии работоспособности силовых систем;

3) обеспечить такую слитность анализа и синтеза, такое углубленное единство отдельных наук, которые обусловили бы разработку трибофатики как целого, со своими целостными свойствами...;

4) разработать общие принципы для установления роли методов и критериев частных наук при оценке поврежденности и предельного состояния реальных объектов, работающих в конкретных условиях...;

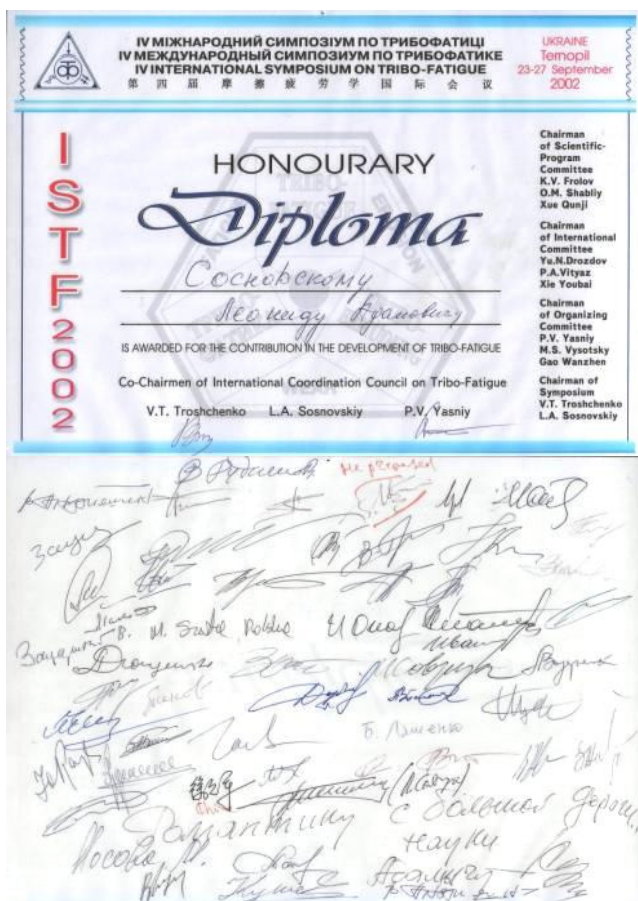
5) реализовать системный подход при оптимальном проектировании силовых систем по критериям трибофатики с учетом влияния на их работоспособность всего многообразия определяющих факторов;

6) поставить и решить задачу оптимизации силовых систем, чтобы обеспечить их требуемый ресурс при минимальных затратах труда, средств и материалов в сферах производства и эксплуатации...».

Время показало, что программный документ [12] оказался прозорливым и жизненным: по существу, все последующие 15 лет были посвящены реализации задач, в нем поставленных. Результаты конкретных исследований читатель может найти в литературе [3, 9, 13, 14].

Иркутский симпозиум стал, по моему мнению, не просто очередной, а юбилейной вехой в истории трибофатики: пять симпозиумов, двадцать лет трибофатики и семьдесят – ее основоположнику.

В этой связи я хотел бы рассказать об одном эпизоде, который произошел на IV Международном симпозиуме по трибофатике в Тернополе. Симпозиум завершился (по традиции, начатой на ISTF 1996 в Москве) вручением Почетных дипломов «За вклад в развитие трибофатики». И тут слово просит один из участников симпозиума доктор технических наук профессор Г. В. Цыбанев и делает совершенно неожиданное предложение: наградить таким дипломом и профессора Л. А. Сосновского. Обоснованное возражение сделал сам Леонид Адамович: было обращено внимание на то, что он (вместе с другими руководителями симпозиума) подписывает дипломы, так что награждать самого себя некорректно. Решение «проблемы» было найдено незамедлительно. В бланк диплома вписали имя профессора Л. А. Сосновского, а подписали его на оборотной стороне представители различных организаций, принявших активное участие в работе симпозиума. На фотографии этого необычного документа, которую здесь я воспроизвожу, можно видеть не только подписи, но и образное «оценочное заявление»: «Романтику с большой дороги науки». Думаю, заслужить такое признание коллег – высшая честь и награда для ученого.



Некоторые итоги развития трибофатики: 2010. Повторю: некоторые материалы к истории трибофатики можно найти в литературе [3, 9, 13, 14]. А к нынешнему юбилейному симпозиуму мы представляем читателю подборку высказываний известных ученых и организаторов науки о трибофатике и приводим хронологию основных этапов ее развития. В эту хронологию включены

лишь события, о которых можно было сказать: впервые. Читатель увидит, к очередному «сдвоенному» юбилею – 25 лет развития трибофатики и 75 лет ее основоположнику – мы пришли с впечатляющими успехами.

Хотелось бы вспомнить об организационных ступенях роста. Сначала было (и работает поныне) ООО «НПО ТРИБОФАТИКА»; затем – Лаборатория трибофатики двойного подчинения (НЦ ПММ НАНБ и ГСКБ ПО «ГОМСЕЛЬМАШ»), которую учредили академик М. С. Высоцкий и доктор технических наук В. А. Шуринов. Далее – Лаборатория трибофатики ОИМ НАН Беларуси (создал академик М. С. Высоцкий), Лаборатория динамики, прочности и износостойкости Гродненского государственного университета им. Янки Купалы (создал доктор технических наук А. В. Богданович) и заводская Лаборатория износоусталостных испытаний (создал генеральный директор ПО «ГОМСЕЛЬМАШ» кандидат технических наук В. А. Жмайлик). И, наконец, четыре года назад по предложению академика П. А. Витязя, члена-корреспондента Л. Г. Красневского, кандидата технических наук В. А. Жмайлика, профессора В. И. Сенько и профессора Л. А. Сосновского была организована Межведомственная лаборатория «ТРИБОФАТИКА», которая объединяет специалистов науки, производства и образования (Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Белорусский государственный университет транспорта, ПО «ГОМСЕЛЬМАШ», Гродненский государственный университет им. Я. Купалы, Брестский государственный технический университет, РУП «ГОМЕЛЬТРАНСНЕФТЬ ДРУЖБА», РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике») для решения актуальных междисциплинарных проблем. Протокол об организации Лаборатории подписали Президент НАН Беларуси, министр образования Республики Беларусь, министр промышленности Республики Беларусь и председатель Госкомитета по науке и технологиям Республики Беларусь.

К настоящему времени по трибофатике опубликовано более 500 работ, более 20 книг и монографий; разработано 7 государственных стандартов, в том числе 3 межгосударственных; получено 18 патентов; издано 5 учебных пособий для технических университетов, в том числе 2-томный лекционный курс, утвержденный Министерством образования Республики Беларусь; за последние 8 лет защищено 7 кандидатских и 1 докторская диссертации (А. В. Богданович); проведено 5 международных симпозиумов в четырех странах [Гомель (1993), Москва (1996), Пекин (2000), Тернополь (2002), Иркутск (2005)]; 120 ученых разных стран награждены Почетным дипломом «За вклад в развитие трибофатики», в том числе 16 белорусских. С 1996 г. работает Международный координационный Совет по трибофатике, утвержденный Академиями наук Беларуси, России и Украины (сопредседатели: Н. А. Махутов, Л. А. Сосновский, В. Т. Трощенко, Гао Ванчжен). Учебный курс по трибофатике введен в 5 университетах страны (БелГУТ, БГУ, БНТУ, БрГТУ, ГрГУ им. Я. Купалы), он читается для будущих инженеров и математиков-механиков; создано полное учебно-методическое обеспечение этого курса.

О перспективах развития трибофатики. В 2007 г. опубликована монография Л. А. Сосновского «Механика износоусталостного повреждения» [15]. И мне представляется целесообразным воспроизвести здесь очень емкое заключение к этой книге.

«Я знаю, и читатель видит, что в этой книге кое-что изложено не так строго, как того требует меха-

ника – и как мне хотелось бы. Но я думаю, что польза этой книги, пожалуй, состоит не столько в том, что в ней написано, сколько в том, что следует из того, что в ней написано.

Экспериментальная механика силовых систем; задачи теории упругости, дополненные учетом локальных эффектов в области приложения нагрузки; задачи механики контактного взаимодействия, дополненные действием различных внеконтактных сил; деформационный подход к анализу трения в силовых системах; механика локальных и волнообразных повреждений – источников виброударного процесса (явление троппи); комплекс (экспериментальных и теоретических) исследований многообразных А-взаимодействий в системах – на любых масштабных уровнях; теории предельных и запредельных (закритических) состояний систем и их элементов; наконец – механотермодинамика и, возможно, объединенная теория эволюции... А еще: жизнь как особый способ накопления повреждений – физических, биохимических, интеллектуальных...

Много работы».

Как говорится, комментарии здесь просто излишни. Могу лишь с гордостью добавить: я счастлив, что причастен (пусть и в малой степени) к становлению и развитию трибофатики.

Трибофатика для механики и машиностроения.

В изложенном выше, по моему мнению, не хватает двух элементов. Во-первых, «за кадром» остался вопрос о том, так что же представляет собой «собственно трибофатика», и что она дает механике и машиностроению. В начале данного доклада я сделал попытку кратко ответить на этот вопрос с позиции наблюдателя; представляется, однако, необходимым прояснить его с позиции специалиста по трибофатике. Во-вторых, в приведенном выше тексте присутствует лишь намек на человеческий фактор, а я знаю, что процесс становления трибофатики был весьма экспрессивным. Думаю, что мне удастся частично восполнить указанные пробелы, приведя здесь протокольную запись (сделанную кандидатами технических наук В. Н. Стукачевым и В. А. Верещагиным) заключительного слова профессора Л. А. Сосновского на расширенном заседании ученых советов двух академических институтов: НЦ ПММ и ИНД-МАШ НАНБ. Оно состоялось 27 января 1996 г. в Минске под председательством академика М. С. Высоцкого и члена-корреспондента О. В. Берестнева; в работе заседания принимала участие группа известных ученых Российской академии наук под руководством вице-президента РАН академика К. В. Фролова. На заседании обсуждались основные результаты исследований по трибофатике и проблемы их развития в соответствии с «Планом международного комплекса НИОКР по трибофатике», утвержденным академиями наук России, Беларуси и Украины в 1995 г. Ниже цитируется текст указанного заключительного слова.

«О ТРИБОФАТИКЕ. Сегодня суббота, выходной день, и у всех, конечно, были свои планы отдыха. И можно было бы ожидать, что в наше смутное время «еще одно ученое заседание» мало кого привлечет, тем более что объявлено оно было всего за 1–2 дня, а планы на некоторые выходные иногда вынашиваются неделями. Но зал наш полон, работаем мы вот уже третий час – и не было даже ни одного тоскливого напоминания «Перерыв!». Это потому, что все мы пришли сюда с целью послушать друг друга – и узнать нечто новое. Ваши вопросы и выступления дали всем при-

сутствующим не меньше интересной информации, чем доклад. Сегодня нашему настроению созвучны слова великого Гете: «Изобретать самому прекрасно, но то, что другими найдено, знать и ценить – меньше ли, чем создавать?». И еще одна мысль, высказанная им же и близкая нам сейчас: «Слушать чужие мнения – это почти то же, что посещать чужие страны и другие эпохи».

Среди нас нет лишь тех, кто привык слушать только себя.

А в заключение я хотел бы поделиться некоторыми мыслями о трибофатике.

В последнее время некоторые трибологи проявляют внимание к трибофатике лишь как к ветви трибологии. А отдельные прочнисты видят в ней лишь одно из направлений в механике усталостного разрушения, или, что в общем одно и то же, – в науке о прочности материалов. Причем эти трибологи более ревностно считают трибофатику своей, чем прочнисты. Объясняется это просто: в слове «трибофатика» на почетном первом месте стоит всем известный термин «*tribo*» (греч.) – трение. А «фатика» стоит на незавидном втором месте – к тому же это завуалированный и потому не всеми сразу узнаваемый термин «*fatigue*» (франц.) – усталость. На самом деле, в обобщенном понятии «трибофатика», термины, его составляющие, равноправны – и равнозначны.

Трибофатика ничуть не более относится к интересам трибологии, чем к интересам механики усталостного разрушения. Так, если прямой эффект могут изучать прочнисты, то обратный эффект могут изучать трибологи. Перемена интересов просто немыслима: трибологов не занимает сопротивление усталости шатунной шейки коленчатого вала, а прочнисты не озабочены интенсивностью изнашивания подшипника скольжения в головке шатуна. А значимость эффектов примерно одинакова: и снижение предела выносливости под действием сил трения, и увеличение интенсивности изнашивания под действием циклических напряжений в 1,2–2,0 раза – обычное дело. Специалисты по трибофатике тем и отличаются от трибологов и прочнистов, что их волнует и то, и другое – и прямой, и обратный эффекты.

Отсюда проистекают и существенные различия в применяемых экспериментальных методах и используемом испытательном оборудовании. Если трибологи разрабатывают и применяют методы и машины для испытания материалов и моделей узлов трения в различных условиях контактного взаимодействия, а специалисты по механике усталостного разрушения разрабатывают и применяют методы и машины для испытания материалов и элементов конструкций в различных условиях циклического нагружения, то специалисты по трибофатике создают методы и машины для износосталостных испытаний материалов и моделей силовых систем. А разница вот в чем: на машинах трения нельзя изучать сопротивление усталости, на машинах для усталостных испытаний нельзя изучать процессы трения и изнашивания, а на машинах для износосталостных испытаний можно и должно изучать и то, и другое, да еще вдобавок проводить комплексные испытания – при любых сочетаниях контактных и циклических нагрузок.

Теория, как известно, опирается на опыт. Вот почему трибологи, исходя из своего опыта, изучают только механику контактного взаимодействия. А прочнисты, исходя из своего опыта, изучают только механику деформирования и

разрушения. Специалистов по трибофатике волнует и то, и другое, к тому же в неразрывном единстве. Именно поэтому у всех есть свои особенные и специфические объекты для исследования: у прочнистов – отдельные элементы конструкций, у трибологов – узлы трения, у специалистов по трибофатике – силовые системы.

Теперь пора обратиться к целям. У специалистов по механике усталостного разрушения главная задача – борьба с усталостными поломками; предсказание и предотвращение таких поломок – вершина их достижений. У трибологов главная задача – борьба с износом; достижение почти безыносного трения – венец их желаний. Главная задача специалистов по трибофатике – управление процессами износоусталостного повреждения с целью обеспечения оптимального (с технико-экономической точки зрения) ресурса конкретной силовой системы; при этом и изнашивание, и усталостное повреждение в процессе работы изделия они стараются использовать для повышения его долговечности. Суть дела проста. Трибологи рассматривают циклические напряжения как повреждающий фактор. Прочнисты, в свою очередь, рассматривают изнашивание как повреждающий фактор. А специалисты по трибофатике считают, что трение, изнашивание и усталость – это явления, кинетическое взаимодействие которых, в зависимости от условий, может привести либо к резкому ускорению деградации материала, либо, наоборот, почти к самопроизвольному и длительному поддержанию его несущей способности. Познание условий и механизмов протекания указанных процессов и дает простой ключ к управлению ими.

Традиционное проектирование машины включало и теперь включает как важнейший элемент расчет основных (отдельных) деталей на прочность и на износоустойчивость. Специалисты по трибофатике считают, что наступило время для создания методов расчета и проектирования механических систем, т.е. тех же деталей, но с учетом их реального взаимодействия. Новый принцип проектирования наиболее ответственных силовых систем машины позволит более точно оценить и с наименьшими затратами обеспечить ее требуемую эксплуатационную надежность.

На стыке наук всегда трудно: слишком много нового, порой необычного, слишком велико давление старого, как правило, уже неэффективного, – и ужасны пути традиционного мышления! Кто кого? Такого вопроса уже нет, пожалуй, все предрешено. Да есть одержимые, которым очень больно – от подленькой зависти одних, от тупого непонимания других, от бесстыдного противодействия тех и других, но особенно – от равнодушия многих. Равнодушные не подставят руку помощи, когда ты падаешь, но втихомолку протянут обе руки за тем, что ты можешь им дать, – хотя бы и то, что им и не нужно... Как разнообразна и противоречива человеческая природа! Не будь она такой – разве был бы прогресс?

В дальнейшем времени всему придет конец – и мукам завистника, и хитросплетениям глупца, и заболоченному покою равнодушного, и трепету одержимого. Но то, что рождено и прошло через них в борьбе – то жить будет. И это хорошо».

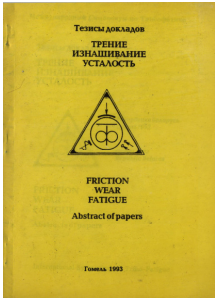


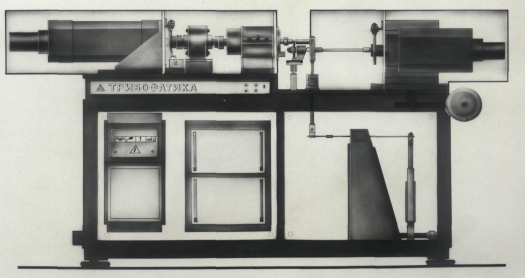

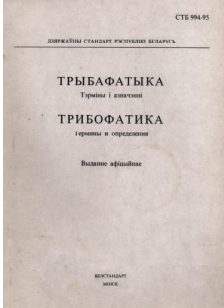
...Я уверен, что когда-нибудь будет написана история трибофатики, в которой будут документально исследованы все аспекты ее зарождения, становления и развития; думаю, что борьбе мнений и человеческому фактору там будет уделено должное внимание.

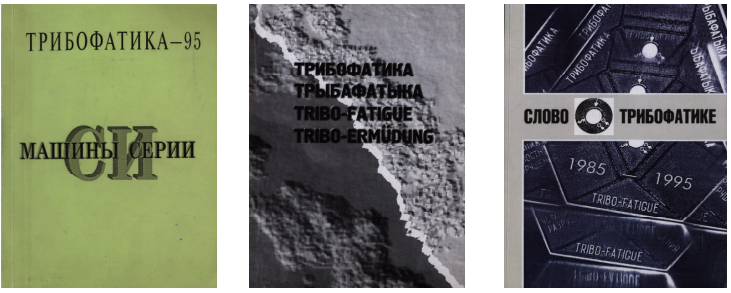
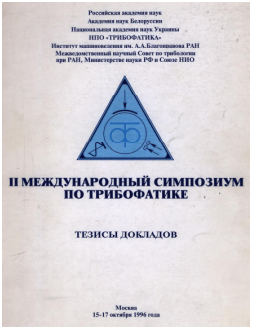


...Само собой получилось, что мой доклад включал тексты на русском и английском языках. Известный логотип трибофатики тоже использует эти языки. Я, впрочем, думаю, что в логотипе трибофатики надо бы использовать и китайский язык, поскольку Китай стал (с 2000 г.) первой высокоинтеллектуальной страной на пути трибофатики в дальнее зарубежье. И на сегодняшнем юбилейном симпозиуме мы видим, что наиболее представительная зарубежная делегация – это группа китайских ученых во главе с профессором Гао Ванчженем, сопредседателем Международного координационного Совета по трибофатике. Полагаю, что Совет этот мог бы официально принять сделанное мною предложение.



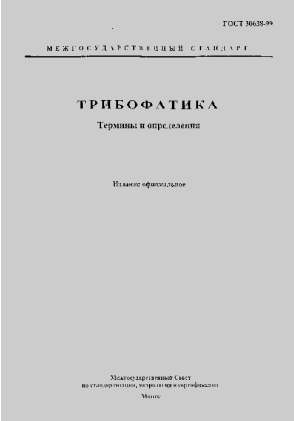

Список литературы

- 1 **ГОСТ 30638–99.** Трибофатика. Термины и определения. – Введ. 2000–01–01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации: Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1999. – 17 с.
- 2 **Сосновский, Л. А.** О комплексной оценке надежности силовых систем / Л. А. Сосновский // Республиканская НТК: тез. докл., Минск, 20–21 ноября 1986 г. – Минск, 1986. – С. 29.
- 3 **Слово о трибофатике** / Ботвина Л. Р. [и др.]; ред.-сост. А. В. Богданович. – Гомель, Минск, Москва, Киев: Ремико, 1996. – 132 с.
- 4 **II Международный симпозиум по трибофатике. Решение.** – Гомель, 1996. – 7 с.
- 5 **ISTF 2000** : Proc. of 3rd Intern. Symposium on Tribo-Fatigue, Oct. 22–26, 2000 Beijing, China / Hunan University : Ed. by W. Gao and J. Li. – Beijing : Hunan University Press, 2000. – 653 p.
- 6 **Износоусталостные повреждения и их прогнозирование (трибофатика)** / Л. А. Сосновский [и др.]. – Гомель, Киев, Москва, Ухань, 2001. – 171 с.
- 7 **Библиографический список работ по трибофатике за период 1985–2000** / сост. Т. Есева, С. Тюрин. – Гомель: НПО «ТРИБОФАТИКА», 2001. – 25 с.
- 8 **Сосновский, Л. А.** Трибофатика: о диалектике жизни / Л. А. Сосновский. – Гомель: БелГУТ, 1999. – 116 с.
- 9 **Кухарев, А. В.** К истории трибофатики: первые 20 лет / А. В. Кухарев // ISTF 2005 : тр. V Междунар. симп. по трибофатике, 3–7 окт. 2005 г., Иркутск, Россия : в 3 ч. / Иркутский государственный университет путей сообщения : отв. ред. А. П. Хоменко. – Иркутск: ИрГУПС, 2005. – Т. 1. – С. 7–14.
- 10 **Трение. Изнашивание. Усталость** : тез. докл. на Междунар. симпозиуме по трибофатике, Гомель, сентябрь 1993 г., ред. Л. А. Сосновский. – Гомель, 1993. – 121 с.
- 11 **Сосновский, Л. А.** Основы трибофатики / Л. А. Сосновский. – Гомель: БелГУТ, 2003. – Т. 1. – 246 с.; Т. 2. – 234 с.
- 12 **Трибофатика: новые идеи в перспективном направлении** / К. В. Фролов [и др.]. – Гомель: БелИИЖТ. – 1990. – 7 с.
- 13 **Kukharev, A. V.** Some stages of progress of tribo-fatigue / A. V. Kukharev. // ISTF 2000 : Proc. of 3rd Intern. Symposium on Tribo-Fatigue, Oct. 22–26, 2000, Beijing, China / Hunan University : Ed. by W. Gao and J. Li – Beijing : Hunan University Press, 2000. – P. 179–182.
- 14 **Кухарев, А. В.** Некоторые этапы и перспективы развития трибофатики / А. В. Кухарев // ISTF 2002 : тр. IV Междунар. симпозиума по трибофатике, 23–27 сент. 2002 г., Тернополь, Украина : в 2 ч. / Тернопольский государственный технический университет им. И. Пулюя : отв. ред. В. Т. Трошенко – Тернополь: ТНТУ, 2002. – Т. 1. – С. 72–78.
- 15 **Сосновский, Л. А.** Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель: БелГУТ. – 2007. – 434 с.

	<h1>НЕКОТОРЫЕ СОБЫТИЯ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ ТРИБОФАТИКИ</h1>	
<p>1984, 29 сентября</p>	<p>Предложен термин «трибофатика» (в письме Л. А. Сосновского к К. В. Фролову)</p>	
<p>1986</p>	<p>Впервые опубликован термин «трибофатика» (Сосновский, Л. А. О комплексной оценке надежности силовых систем / Л. А. Сосновский // Пути повышения технического уровня и надежности машин : тез. докл. Респ. науч.-техн. конф., Минск, 20–21 ноября 1986 г. – Минск : ИНДМАШ АН БССР, 1986. – С. 29)</p>	
<p>1986/87 уч. год</p>	<p>Впервые несколько лекций по трибофатике прочитаны (Л. А. Сосновским) для студентов Белорусского института инженеров железнодорожного транспорта (БелИИЖТ) в рамках курса по надежности железнодорожного пути (по инициативе В. И. Матвеева)</p>	
<p>1988</p>	<p>Опубликованы первые методические указания по изучению трибофатики (Л. А. Сосновский. Комплексная оценка надежности силовых систем по критериям сопротивления усталости и износостойкости (основы трибофатики) / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелИИЖТ, 1988. – 56 с.)</p>	
<p>1989, 28 ноября</p>	<p>Первая награда по трибофатике (Л. А. Сосновский награжден серебряной медалью ВДНХ СССР «За разработку методологических теоретических основ трибофатики»)</p>	
<p>1990, 5 сентября</p>	<p>Состоялось первое Всесоюзное заседание ученых и специалистов за круглым столом «Проблемы трибофатики» (Гомель; председатели Н. А. Махутов и Л. А. Сосновский)</p>	
<p>1990</p>	<p>Опубликован первый научно-программный документ по трибофатике (Трибофатика : новые идеи в перспективном направлении / К. В. Фролов [и др.]. – Гомель, 1990. – 7 с.)</p>	
<p>1992</p>	<p>В Республике Беларусь впервые утвержден (Кабинетом Министров) отдельный научно-технический проект «Трибофатика»</p>	
<p>1992, август</p>	<p>Создано общество с ограниченной ответственностью «ТРИБОФАТИКА», преобразованное в 1994 г. в научно-производственное объединение (НПО «ТРИБОФАТИКА»)</p>	

<p>1993, 14–17 сентября</p>	<p>Состоялся I Международный симпозиум по трибофатике (Гомель, Беларусь). Первая пресс-конференция (К. В. Фролова и Л. А. Сосновского) по трибофатике (14.09)</p>	 
<p>1994</p>	<p>В НПО «ТРИБОФАТИКА» создан опытный образец универсальной машины СИ для износосталостных испытаний материалов и моделей силовых систем – первый представитель нового класса испытательного оборудования, предложенного в рамках трибофатики. Коэффициент технического уровня машины СИ $K_{\text{ТУ}} = 2,39$ (условие соответствия мировому уровню $K_{\text{ТУ}} \geq 1$)</p>	 
<p>1994</p>	<p>А. В. Богданович защитил кандидатскую диссертацию (<i>Богданович, А. В. Закономерности и гипотезы накопления усталостных повреждений и оценка долговечности деталей машин : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / А. В. Богданович. – Минск : Ин-т надежности машин, 1994. – 283 л.</i>)</p>	
<p>1995, июнь</p>	<p>Вице-президентами Академий наук России (К. В. Фролов), Беларуси (М. С. Высоцкий) и Украины (В. Г. Барьяхтар) утвержден первый «План Международного комплекса НИОКР по трибофатике»</p>	
<p>1995, 30 сентября</p>	<p>Белстандартом (председатель В. Н. Корешков) утвержден первый государственный стандарт по трибофатике: <i>СТБ 994–95. Трибофатика. Термины и определения.</i> – Минск : Белстандарт, 1995. – 98 с. Организация-разработчик: ООО «НПО ТРИБОФАТИКА»</p>	
<p>1995, декабрь</p>	<p>Впервые организована Лаборатория трибофатики двойного подчинения – НЦ ПММ НАН Беларуси и ГСКБ ПО «Гомсельмаш» (приказ подписали М. С. Высоцкий и В. А. Шуринов). Заведующим лабораторией назначен Л. А. Сосновский</p>	

<p>1996</p>	<p>Опубликованы: первый выпуск ежегодника «Трибофатика» (Трибофатика-95: Ежегодник / под общ. ред. Л. А. Сосновского // Вып. 1 : Машины серии СИ для износоусталостных испытаний / под ред. М. С. Высоцкого. – Гомель : НПО "Трибофатика", 1996. – 80 с.); первый четырехязычный терминологический словарь по трибофатике (Трибофатика. Трыбафатыка. Tribo-Fatigue. Tribo-ermüdung / под ред. Л. А. Сосновского. – Минск – Гомель : НПО "ТРИБОФАТИКА", 1996. – 138 с.); эссе о трибофатике, которые написали 17 известных ученых и организаторов науки (Слово о трибофатике / ред.-сост. А. В. Богданович. – Гомель – Минск – Москва – Киев : Remika, 1996. – 132 с.)</p>  <p>В учебные планы механического факультета Белорусского государственного университета транспорта (БелГУТ) впервые включен курс «Основы трибофатики» (по предложению В. И. Сенько)</p>
<p>1996, 15–17 октября</p>	<p>Состоялся II Международный симпозиум по трибофатике (Москва, Россия)</p>  
<p>1996, 20 декабря</p>	<p>Академиями наук России, Беларуси и Украины утвержден Международный Координационный Совет по трибофатике (сопредседатели: Н. А. Махутов, Л. А. Сосновский, В. Т. Трощенко, с 1999 г. – Гао Ванчжен)</p> 

	<p>Впервые группе украинских ученых и белорусскому ученому (научный руководитель В. Т. Трощенко) присуждена Государственная премия Украины в области науки и техники (вклад Л. А. Сосновского – работы по трибофатике)</p>	
<p>1997</p>	<p>Созданы первые образцы специализированных модульных машин для стандартных износоусталостных испытаний (СИ-01 – для испытаний на фрикционно-механическую усталость, СИ-02 – для испытаний на контактно-механическую усталость). Это – машины настольного типа, предназначенные для массовых стандартных износоусталостных испытаний</p>	
<p>1998, 14 мая</p>	<p>Первый визит Чрезвычайного и Полномочного Посла КНР в Беларуси У Сяоцзю в НПО «ТРИБОФАТИКА», послуживший началом научно-технического сотрудничества между Китайской Народной Республикой и Республикой Беларусь в области трибофатики</p>	
<p>1998</p>	<p>В учебный план Гомельского государственного технического университета им. П. О. Сухого включен курс «Основы трибофатики» (по инициативе А. С. Шагиняна)</p>	
<p>1999</p>	<p>Утвержден первый межгосударственный стандарт по трибофатике: <i>ГОСТ 30638–99. Трибофатика. Термины и определения.</i> – Введ. 01.01.2000. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 1999. – 17 с. Организации-разработчики: ООО «НПО ТРИБОФАТИКА» (Гомель), ИМАШ им. А. А. Благонравова РАН (Москва) и ИПП НАН Украины (Киев)</p>	
	<p>Опубликована монография, в которой методология трибофатики впервые использована для анализа жизни как особого способа накопления повреждений (<i>Сосновский, Л. А. Трибофатика : о диалектике жизни / Л. А. Сосновский.</i> – Гомель : БелГУТ, 1999. – 116 с.)</p>	

Организована первая заводская лаборатория по трибофатике: «Лаборатория износоусталостных испытаний» ЦЗЛ ПО «Госельмаш» (приказ подписал В. А. Жмайлик). Начальником лаборатории назначен В. О. Замятин.

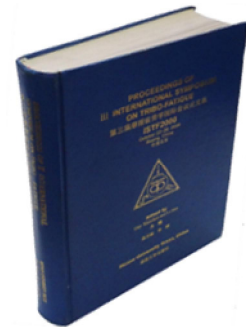


1999

Создана первая полнокомплектная машина СИ-03 для износоусталостных испытаний на фрикционно-механическую и контактно-механическую усталость. Предназначена для проведения испытаний моделей высоконагруженных узлов контактного взаимодействия (трибофатических систем) в широком диапазоне режимов нагружения



Состоялся III Международный симпозиум по трибофатике (Пекин, Китай)

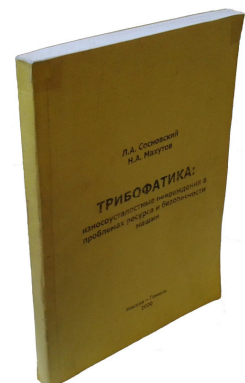


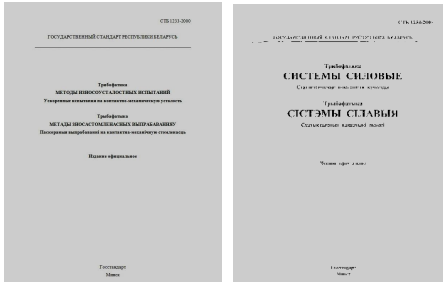
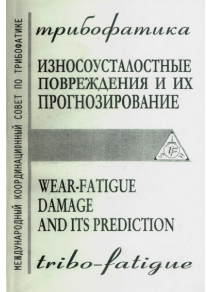
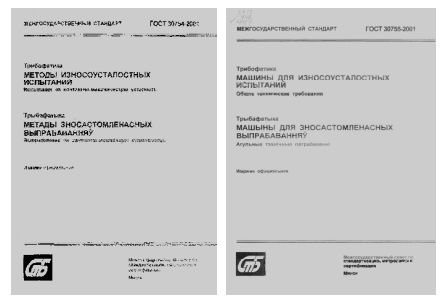
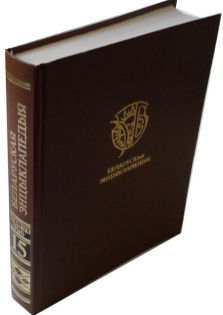


2000,
22-26
октября



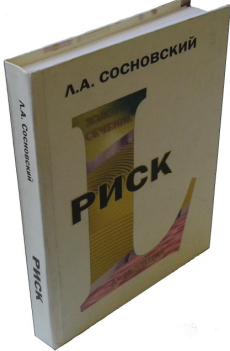
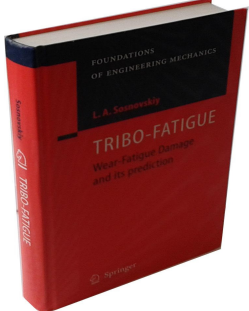
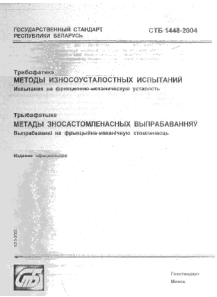
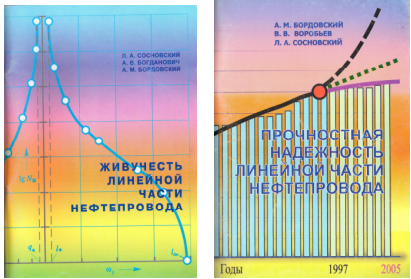

2000




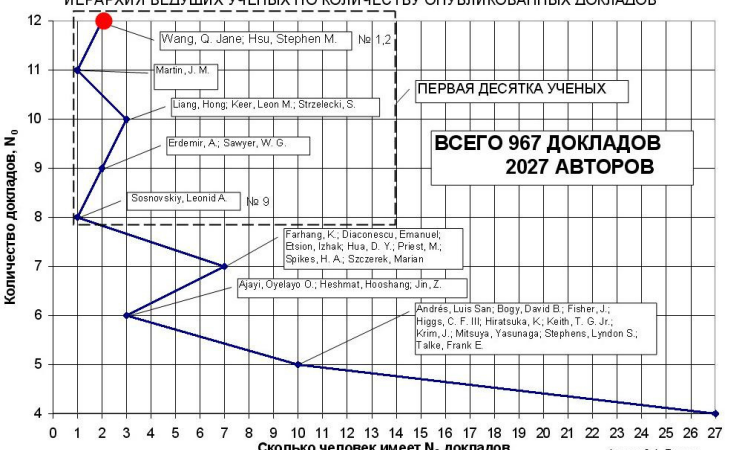
Издана монография, в которой в систематизированном виде изложены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований комплексного повреждения и предельного состояния силовых систем при фреттинг-усталости, фрикционно-механической, контактно-механической и коррозионно-механической усталости (Сосновский, Л. А. Трибофатика : износоусталостные повреждения в проблемах ресурса и безопасности машин / Л. А. Сосновский, Н. А. Махутов. – Москва – Гомель : ФЦНТП «Безопасность» – НПО «ТРИБОФАТИКА», 2000. – 304 с.)



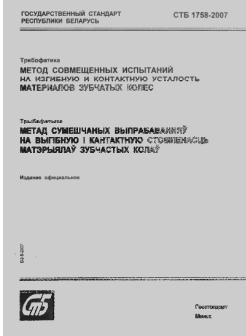
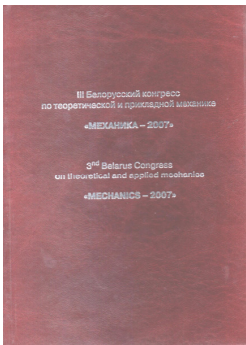
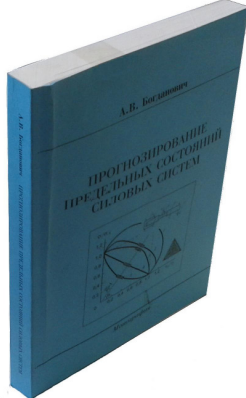


<p>2000</p>	<p>Утверждены стандарты Беларуси: 1) <i>СТБ 1233–2000. Трибофатика. Методы износоусталостных испытаний. Ускоренные испытания на контактно-механическую усталость.</i> – Введ. 01.01.2001. – Минск : Госстандарт, 2000. – 8 с.; 2) <i>СТБ 1234–2000. Трибофатика. Силовые системы. Статистические показатели качества.</i> – Введ. 01.01.2001. – Минск : Госстандарт, 2000. – 25 с.</p>	
<p>2001</p>	<p>Ученые Беларуси, России, Украины и Китая опубликовали первую международную монографию по трибофатике (Износоусталостные повреждения и их прогнозирование (трибофатика) / Л. А. Сосновский [и др.]. – Гомель – Москва – Киев – Ухань, 2001. – 171 с.)</p>	
<p>2001</p>	<p>Утверждены межгосударственные стандарты: 1) <i>ГОСТ 30754–2001. Трибофатика. Методы износоусталостных испытаний. Испытания на контактно-механическую усталость.</i> – Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 32 с.; 2) <i>ГОСТ 30755–2001. Трибофатика. Машины для износоусталостных испытаний. Общие технические требования.</i> – Введ. 01.07.2002. – Минск : Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2002. – 8 с.</p>	
<p>2002</p>	<p>Первая публикация о трибофатике в энциклопедии (Трибофатика. – Минск : Беларуская энцыклапедыя, 2002. – Т. 15. – С. 542)</p>	
<p>2002</p>	<p>В. А. Жмайлик защитил кандидатскую диссертацию (<i>Жмайлик, В. А. Прочностные аспекты оценки и нормирования качества силовых систем : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / В. А. Жмайлик.</i> – Гомель : БелГУТ, 2002. – 159 л.), в которой впервые построена многоуровневая система оценки показателей качества, риска и надежности трибофатических систем</p>	
<p>2002</p>	<p>В. В. Воробьев защитил кандидатскую диссертацию (<i>Воробьев, В. В. Особенности эксплуатационной нагруженности и повреждения линейных участков нефтепровода : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / В. В. Воробьев.</i> – Гомель : БелГУТ, 2002), в которой впервые показал, что работоспособность нефтепровода в известной мере определяется многоциклового усталостью</p>	

<p>2002, 23–27 сентября</p>	<p>Состоялся IV Международный симпозиум по трибофатике (Тернополь, Украина)</p>	   
<p>2003</p>	<p>Издано первое учебное пособие по трибофатике, утвержденное Министерством образования Республики Беларусь для студентов технических высших учебных заведений (<i>Сосновский, Л. А. Основы трибофатики / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2003. – Ч. I. – 246 с.; Ч. II. – 235 с.)</i></p>	
	<p>С. А. Тюрин защитил кандидатскую диссертацию (<i>Тюрин, С. А. Контактно-механическая усталость: методы исследования и основные закономерности : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / С. А. Тюрин. – Гомель : БелГУТ, 2003</i>), в которой впервые исследовал закономерности волнообразных повреждений в трибофатической системе ролик / вал</p>	
<p>2003, апрель</p>	<p>По предложению Н. И. Юрчука и М. А. Журавкова в Белорусском государственном университете (БГУ) впервые прочитан (Л. А. Сосновским) специальный курс лекций по трибофатике для студентов механико-математического факультета</p>	
<p>2004</p>	<p>По предложению П. А. Витязя (Президиум НАН Беларуси), Л. Г. Красневского (ИМИНМАШ НАН Беларуси), В. А. Жмайлика (ПО «Гомсельмаш») и В. И. Сенько (БелГУТ) принято решение о создании первой Межведомственной лаборатории «ТРИБОФАТИКА» (Протокол подписали президент НАН Беларуси М. В. Мясникович, Министр промышленности Республики Беларусь А. М. Русецкий, Министр образования Республики Беларусь А. М. Радков и Председатель Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь Ю. М. Плескачевский). Научным руководителем лаборатории назначен Л. А. Сосновский (приказ подписали М. С. Высоцкий (ОИМ НАНБ), В. А. Жмайлик (ПО «Гомсельмаш»), В. И. Сенько (БелГУТ), Е. А. Ровба (ГрГУ им. Я. Купалы), А. А. Костюченко (РУП «Гомельтранснефть Дружба»), А. А. Дюжев (РКУП «ГСКБ по зерноуборочной и кормоуборочной технике»))</p>	

	<p>Опубликована монография, в которой методология трибофатики впервые использована для построения механотермодинамики необратимых повреждений (<i>Сосновский, Л. А. L-риск / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2004. – 317 с.</i>)</p>	
<p>2004</p>	<p>Издана первая на английском языке монография по трибофатике (<i>Sosnovskiy, L. A. Tribo-Fatigue. Wear-fatigue damage and its prediction / L. A. Sosnovskiy ; Series : foundations of engineering mechanics. – Springer, 2005. – 424 p.</i>)</p>	
	<p>Утвержден стандарт Беларуси: <i>СТБ 1448–2004. Трибофатика. Методы износоусталостных испытаний. Испытания на фрикционно-механическую усталость.</i> – Введ. 01.09.2004. – Минск : Госстандарт, 2004. – 14 с.</p>	
	<p>Опубликованы книги: 1) <i>Сосновский, Л. А. Живучесть линейной части нефтепровода / Л. А. Сосновский, А. В. Богданович, А. М. Бордовский. – Гомель : НПО «ТРИБОФАТИКА», 2004. – 112 с.</i>; 2) <i>Бордовский, А. М. Прочностная надежность линейной части нефтепровода / А. М. Бордовский, В. В. Воробьев, Л. А. Сосновский. – Гомель : НПО «ТРИБОФАТИКА», 2004. – 114 с.</i>, в которых изложены основные результаты расчетно-экспериментальных исследований по оценке и прогнозированию работоспособности нефтепровода «Дружба»</p>	
<p>2005</p>	<p>Издана монография «Сюрпризы трибофатики», в которой описаны сюрпризы трибофатики, связанные с повреждением и разрушением силовых систем, явления, ситуации, закономерности, которые нельзя увидеть, понять, аналитически описать исходя из традиционных представлений (<i>Сосновский, Л. А. Сюрпризы трибофатики / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 192 с.</i>). В 2009 г. переиздана на английском языке (<i>Sosnovskiy, L. A. Surprises of Tribo-Fatigue / L. A. Sosnovskiy, S. S. Sherbakov. – Minsk : Magic book, 2009. – 200 p.</i>)</p>	

	<p>Защищена первая докторская диссертация по трибофатике (<i>Богданович, А. В.</i> Научные основы прогнозирования предельных состояний силовых систем : дис. ... д-ра техн. наук : 01.02.06 / А. В. Богданович. – Минск : ИМИНМАШ НАН Беларуси, 2005. – 313 л.), в которой разработана энергетическая теория и экспериментально установлены закономерности комплексного износоусталостного повреждения и разрушения трибофатических систем</p>	
<p>2005</p>	<p>А. М. Бордовский защитил кандидатскую диссертацию (<i>Бордовский, А. М.</i> Методы поддержания и частичного восстановления прочностной надежности линейной части нефтепровода : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / А. М. Бордовский. – Гомель : БелГУТ, 2005), в которой решил задачу о продлении срока службы нефтепроводных труб после 30 лет эксплуатации</p>	
	<p>Впервые опубликована книга <i>Сенько, В. И.</i> Основные идеи трибофатики и их изучение в техническом университете: пособие / В. И. Сенько, Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 191 с., в которой изложены методологические основания трибофатики</p>	
<p>2005, 28 июля</p>	<p>Два академических учреждения – ИМИНМАШ и НИРУП «Белавтотракторостроение» НАН Беларуси провели (под председательством М. С. Высоцкого) научный семинар «О трибофатике» (<i>О трибофатике</i> : материалы науч. семинара, посвящ. 20-летию развития исследований в области трибофатики и 70-летию профессора Л. А. Сосновского, Минск, 28 июля 2005 г. / вступ. слово акад. М. С. Высоцкого, науч. ред. Л. Г. Красневский. – Минск : НИРУП «Белавтотракторостроение», 2005. – 84 с.)</p>	
<p>2005 12–16 сентября</p>	<p>Состоялся Всемирный трибологический конгресс ВТС-III (Вашингтон, США). На нем впервые представлено 8 докладов по трибофатике</p> 	<p>МИРОВОЙ ТРИБОЛОГИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС ВТС III (Вашингтон, 2005, 12-16 сентября): ИЕРАРХИЯ ВЕДУЩИХ УЧЕНЫХ ПО КОЛИЧЕСТВУ ОПУБЛИКОВАННЫХ ДОКЛАДОВ</p>  <p>ВСЕГО 967 ДОКЛАДОВ 2027 АВТОРОВ</p> <p>ПЕРВАЯ ДЕСЯТКА УЧЕНЫХ</p> <p>Анализ С.А. Тюрина</p>

<p>2005, 3–7 октября</p>	<p>Состоялся V Международный симпозиум по трибофатике (Иркутск, Россия), посвященный 20-летию развития исследований по трибофатике и 30-летию Иркутского государственного университета путей сообщения (ректор А. П. Хоменко)</p>	   
<p>2006, 22–28 августа</p>	<p>На IX Всероссийском съезде по теоретической и прикладной механике в Нижнем Новгороде впервые представлен доклад по трибофатике (<i>Махутов, Н. А.</i> Основы механики износоусталостного повреждения / Н. А. Махутов, Л. А. Сосновский, К. В. Фролов // тез. докл. IX-го всероссийского съезда по теор. и прикл. механике, Нижний Новгород, 22–28 августа 2006 г. – Нижний Новгород, 2006. – Т. III. – С. 143–144). Л. А. Сосновский избран членом Российского Национального Комитета по теоретической и прикладной механике</p>	
<p>2006</p>	<p>Опубликована монография, в которой дано обобщение двадцатилетних исследований по трибофатике; в ней впервые изложены основы механотермодинамики (<i>Сосновский, Л. А.</i> Механика износоусталостного повреждения / Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 434 с.)</p>	
<p>2007</p>	<p>О. М. Еловой защитил кандидатскую диссертацию (<i>Еловой, О. М.</i> Оценка долговечности силовых систем машин и оборудования на основе анализа локальных износоусталостных повреждений : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / О. М. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 143 л.), в которой впервые разработал и внедрил экспериментальные методы измерения локальных износоусталостных повреждений в процессе испытаний моделей трибофатических систем</p>	
	<p>А. А. Кебиков защитил кандидатскую диссертацию (<i>Кебиков, А. А.</i> Критерий и методика оценки механического состояния железнодорожных рельсов в процессе эксплуатации : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / А. А. Кебиков. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 126 л.), в которой впервые установил взаимосвязи характеристик твердости, статической прочности, сопротивления контактной и механической усталости сталей</p>	

<p>2007</p>	<p>Утвержден стандарт Беларуси: <i>СТБ 1758–2007. Трибофатика. Метод совмещенных испытаний на изгибную и контактную усталость материалов зубчатых колес.</i> – Введ. 01.12.2007. – Минск : Госстандарт, 2007. – 45 с.</p>	
<p>2007, 16 октября</p>	<p>На III Белорусском конгрессе по теоретической и прикладной механике («Механика-2007») впервые представлен пленарный доклад, в котором подведены итоги развития исследований по трибофатике за 20 лет (Новые подходы в механике износоусталостного повреждения и разрушения / М. С. Высоцкий [и др.]. // «Механика-2007»: материалы III Белорусского конгресса по теоретической и прикладной механике, Минск, 16–18 октября 2007 г. – Минск : ОИМ НАН Беларуси, 2007. – С. 38–114.)</p>	
	<p>Опубликована монография, в которой дано обобщение исследований предельного состояния силовых систем (Богданович, А. В. Прогнозирование предельных состояний силовых систем / А. В. Богданович. – Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2008. – 372 с.)</p>	
<p>2008</p>	<p>В. В. Комиссаров защитил кандидатскую диссертацию (Комиссаров, В. В. Оценка объемной поврежденности и сопротивления контактной усталости зубчатых колес с учетом масштабного эффекта : дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / В. В. Комиссаров. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 125 л.), в которой впервые экспериментально и теоретически доказал, что фундаментальная закономерность масштабного эффекта справедлива не только для механической (объемной) усталости, но и для условий трения (поверхностная усталость)</p> <p>С. С. Щербаков защитил кандидатскую диссертацию (Щербаков, С. С. Трехмерное напряженно-деформированное состояние силовых систем типа ролик – кольцо в условиях контактного нагружения и объемного деформирования : дис. ... канд. физ.-мат. наук : 01.02.04 / С. С. Щербаков. – Минск : БГУ, БНТУ, 2008. – 129 л.), в которой впервые получил решение задачи о совмещенном напряженно-деформированном состоянии при одновременном действии контактных и неконтактных нагрузок</p>	 
<p>2008, 3–7 ноября</p>	<p>На X Белорусской математической конференции «БМК-10» (секция «Математические проблемы механики») впервые представлены доклады по механико-математическим моделям в трибофатике (М. А. Журавков, Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков)</p>	

<p>2008, 21 ноября</p>	<p>За значительный вклад в создание методологических, теоретических и экспериментальных основ трибофатики, повышение эксплуатационной надежности системы «<i>тормозные колодки – колесо – рельс</i>», подготовку высококвалифицированных специалистов железнодорожного транспорта Л. А. Сосновский получил высшую награду ОАО «Российские железные дороги» (РЖД) – знак «Почетный железнодорожник» (приказ подписал президент ОАО «РЖД» В. И. Якунин)</p>	
<p>2009, 6–11 сентября</p>	<p>На Всемирном трибологическом конгрессе WTC-IV (Киото, Япония) ПО «ГОМСЕЛЬМАШ» и ООО «НПО ТРИБОФАТИКА» впервые представили проект «Сюрпризы трибофатики» с демонстрацией машины для износоусталостных испытаний СИ-03М; проект награжден Дипломом, в котором отмечены «уникальные возможности» машины</p>	      
<p>2009, 28 сентября</p>	<p>Решением Ученого Совета БГУ С. С. Щербакову присуждена премия им. А. Н. Севченко для молодых ученых «За цикл работ по исследованию особенностей напряженно-деформированного состояния механических систем в условиях контактного взаимодействия и объемного деформирования применительно к техническим объектам ответственного назначения»</p>	
<p>2009</p>	<p>В. В. Комиссаров награжден Дипломом Гомельского областного исполнительного комитета «За достижение значительных результатов в экономии и бережливости при проведении научных исследований и прикладных разработок в области естественных и технических наук», учрежденным для поощрения талантливых молодых ученых и специалистов</p>	
<p>По инициативе М. А. Журавкова, С. С. Щербакова в БГУ впервые введен в учебный план спецкурс «Фундаментальные и прикладные задачи трибофатики» для студентов механико-математического факультета</p>		

2010,
24 мая

Госстандартом Республики Беларусь аккредитована Научно-исследовательская лаборатория динамики, прочности и износостойкости Лидского колледжа Гродненского государственного университета им. Я. Купалы. Научным руководителем лаборатории назначен А. В. Богданович

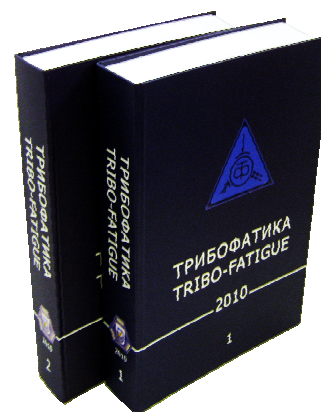


Состоялся VI Международный симпозиум по трибофатике ISTF 2010 (Минск, Беларусь), посвященный 25-летию развития исследований в этой области



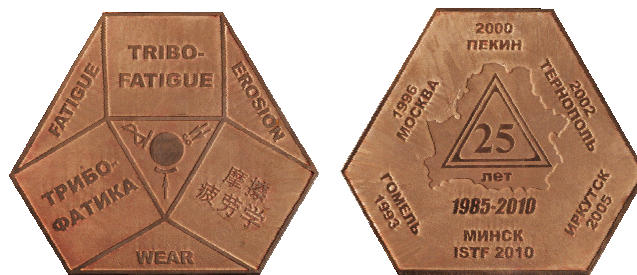
2010,
25 октября –
1 ноября

Издан сборник трудов ISTF 2010, посвященный 25-летию развития исследований по трибофатике и 75-летию профессора Л. А. Сосновского (Трибофатика (Tribology-Fatigue) : тр. VI Междунар. симпозиума по трибофатике (ISTF 2010), 25 октября – 1 ноября 2010 г., Минск (Беларусь) / редкол. : М. А. Журавков (пред.) [и др]. – Минск : БГУ, 2010. – Т. 1. – 840 с. ; Т. 2. – 724 с.)



В рамках ISTF 2010 состоялась научная сессия «Философия, синергетика и трибофатика», на которой Л. А. Сосновский награжден Почетной грамотой Института философии НАНБ «За выдающийся вклад в развитие междисциплинарных научных исследований, пропаганду современного философского знания, разработку инновационных принципов внедрения философской методологии в решение важнейших естественнонаучных и технических задач»





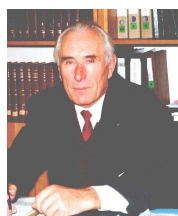
25 ученых и специалистов разных стран награждены Почетным юбилейным знаком «ТРИБОФАТИКА-25» за особый вклад в организацию Международных симпозиумов и проведение НИОКР в этой области на протяжении более 10 лет



БОГДАНОВИЧ
Александр
Вальдемарович



БОРДОВСКИЙ
Александр
Михайлович



ВИТЯЗЬ
Петр
Александрович



ВОРОБЬЕВ
Владимир
Владимирович



ВЫСОЦКИЙ
Михаил
Степанович



ГАО
Ванчжен



ГАПАНОВИЧ
Валентин
Александрович



ДРОЗДОВ
Юрий
Николаевич



ЕЛОВОЙ
Олег
Михайлович



ЖМАЙЛИК
Валерий
Алексеевич



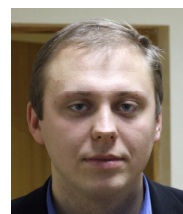
ЖУРАВКОВ
Михаил
Анатольевич



ЗАМЯТНИН
Владимир
Олегович



КАРПУЩЕНКО
Николай
Иванович



КОМИССАРОВ
Виктор
Владимирович



КОРЕШКОВ
Валерий
Николаевич



КУХАРЕВ
Анатолий
Васильевич



МАХУТОВ
Николай
Андреевич



СЕНЬКО
Вениамин
Иванович



СОСНОВСКИЙ
Леонид
Адамович



ТРОЩЕНКО
Валерий
Трофимович



ТЮРИН
Сергей
Александрович



ХОМЕНКО
Андрей
Павлович



ЧИЖИК
Сергей
Антонович



ЩЕРБАКОВ
Сергей
Сергеевич



ЯСНИЙ
Петр
Владимирович

**2010,
25 октября –
1 ноября**

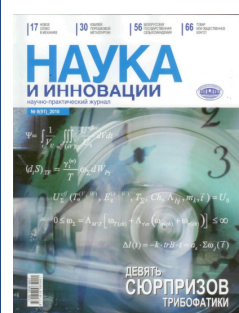
Опубликовано учебное пособие «Введение в трибофатику», в котором кратко и доступно изложены общие (начальные) сведения по методологическим, теоретическим и экспериментальным основаниям трибофатики (Сосновский, Л. А. Введение в трибофатику: пособие для студентов мех.-мат. фак., обучающихся по специальности 1-31 03 02 «Механика» (по направлениям) / Л. А. Сосновский, М. А. Журавков, С. С. Щербаков. – Минск : БГУ, 2010. – 77 с.)



Опубликована оригинальная монография «Механика трибофатических систем» (Щербаков, С. С. Механика трибофатических систем / С. С. Щербаков, Л. А. Сосновский. – Минск : БГУ, 2010. – 407 с.), в которой дано обобщение результатов двадцатилетних исследований в новой области знания

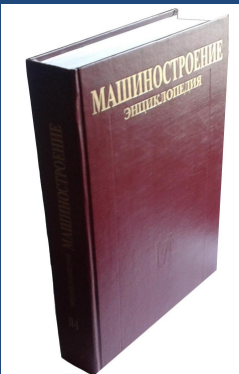


В академическом журнале «Наука и инновации» впервые опубликована подборка научно-популярных статей «9 сюрпризов трибофатики», в которых изложены основные методы и результаты исследования трибофатических систем (авторы: Богданович А. В., Витязь П. А., Высоцкий М. С., Гоман А. М., Захарик А. М., Комиссаров В. В., Сосновский Л. А.)






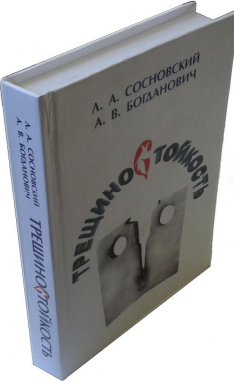

2010

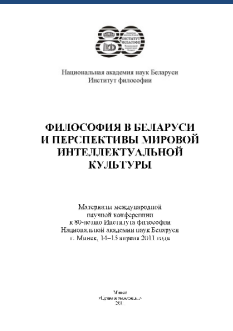
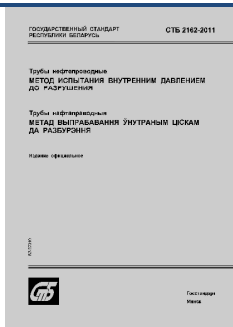

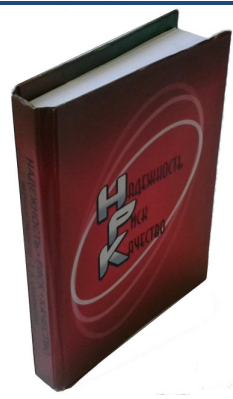
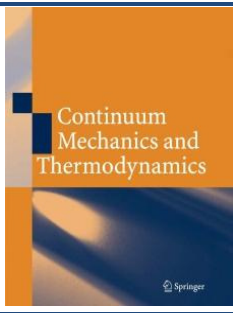

Впервые в технической энциклопедии (Россия) опубликована глава по методам трибофатических испытаний (Сосновский, Л. А. Износоусталостные испытания / Л. А. Сосновский, Н. А. Махутов // Машиностроение: энциклопедия / ред. совет: К. В. Фролов (пред.) [и др.]. – Т. II-1. Физико-механические свойства. Испытания металлических материалов / Л. В. Агамиров [и др.]; под общ. ред. Е. И. Мамаевой. – М. : Машиностроение, 2010. – С. 354–385)



На Санкт-Петербургской технической ярмарке в конкурсе «Лучший инновационный проект и лучшая научно-техническая разработка года» Гродненским университетом им. Я. Купалы впервые представлена машина СИ-04 для износоусталостных испытаний. Проект награжден Дипломом II степени (с вручением серебряной медали) в номинации «Новые высокотехнологические разработки оборудования и наукоемкие технологии»



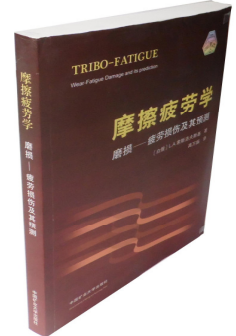
<p>2011, 15–17 марта</p>	<p>На 1-м Международном конгрессе по философии «Гармоничное развитие систем – третий путь человечества» впервые введена секция «Трибофатика: методология и опыт исследования износоусталостных повреждений сложных силовых и функциональных систем». На секции представлено 8 докладов (авторы: Богданович А. В., Витязь П. С., Воробьев В. В., Высоцкий М. С., Головина Е. С., Еловой О. М., Жмайлик В. А., Журавков М. А., Козик А. Н., Комиссаров В. В., Лазаревич Л. А., Сороко Э. М., Сосновский Л. А., Тюрин С. А., Щербаков С. С.)</p>	
<p>2011, 8–10 октября</p>	<p>В Международном научно-техническом журнале «Механика машин, механизмов и материалов» открыта специальная рубрика «Механика трибофатических систем». В 2011 г. под этой рубрикой опубликовано 10 статей (авторы: Богданович А. В., Витязь П. С., Воробьев В. В., Высоцкий М. С., Еловой О. М., Журавков М. А., Козик А. Н., Сосновский Л. А., Щербаков С. С.)</p>	
	<p>Опубликован курс лекций «Фундаментальные и прикладные задачи трибофатики», в котором изложено основное содержание лекционного курса; кратко анализируется место трибофатики среди научных дисциплин – современных разделов механики (Сосновский, Л. А. Фундаментальные и прикладные задачи трибофатики : курс лекций / Л. А. Сосновский, М. А. Журавков, С. С. Щербаков. – Минск : БГУ, 2010. – 488 с.)</p>	
<p>2011</p>	<p>Опубликована монография «Трещиностойкость», в которой дан систематический анализ влияния трещин на сопротивление деформированию и разрушению металлов и элементов конструкций при статическом, динамическом и циклическом нагружении (Сосновский, Л. А. Трещиностойкость / Л. А. Сосновский, А. В. Богданович. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 366 с.)</p>	
	<p>На V Белорусском конгрессе по теоретической и прикладной механике впервые представлен доклад (Сосновский, Л. А. Динамические системы с элементами разума : проблема и перспективы исследования / Л. А. Сосновский // «Механика-2011». – Минск : ОИМ НАН Беларуси, 2011. – Т. I. – С. 64–79», в котором впервые поставлена и в первом приближении решена проблема возникновения «элементов разума» в динамической системе.</p>	

	<p>На Международной научной конференции к 80-летию Института философии НАНБ Л. А. Сосновский впервые представил доклад (<i>Сосновский Л. А. О возможности построения общей теории эволюции систем / Л. А. Сосновский // Философия в Беларуси и перспективы мировой интеллектуальной культуры. – Минск : Право и экономика, 2011. – С. 152–157</i>), в котором изложена обобщенная теория А-эволюции неорганических и органических систем</p>	
<p>2011</p>	<p>Утвержден стандарт Беларуси: <i>СТБ 2162–2011. Трубы нефтепроводные. Метод испытания внутренним давлением до разрушения.</i> – Введ. 01.07.2011. – Минск : Госстандарт, 2011. – 34 с.</p>	
	<p>«За значны ўклад у развіццё новых напрамкаў навуковых даследаванняў і распрацовак у галіне забеспячэння эксплуатацыйнага рэсурса прамысловых вырабаў, актыўнае супрацоўніцтва з арганізацыямі Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі» Л. А. Сосновский награжден юбилейной медалью «У гонар 80-годдзя Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»</p>	
	<p>Опубликована монография «Надежность. Риск. Качество», в которой впервые с единых позиций трибофатики обсуждаются три раздела технических наук, которые, будучи взяты в совокупности, составляют современную концепцию качество – риск – надежность (Надежность. Риск. Качество : [монография] / Л. А. Сосновский [и др.]; науч. ред. Л. А. Сосновский. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 358 с.)</p>	
<p>2012</p>	<p>Опубликована первая на английском языке оригинальная статья, в которой изложены основополагающие принципы механотермодинамики (<i>Sosnovskiy, L. A. Mechanothermodynamical system and its behavior / L. A. Sosnovskiy, S. S. Sherbakov // Continuum Mech. and Thermodyn. – 2012. – Vol. 24, Issue 3. – P. 239–256</i>)</p>	
	<p>А. Н. Козик защитил кандидатскую диссертацию (<i>Козик, А. Н. Прочность подводных участков нефтепровода после длительной эксплуатации и восстановления после ремонта: дис. ... канд. техн. наук : 01.02.06 / А. Н. Козик. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 155 л.</i>), в которой впервые показал, что коррозионные повреждения подводных участков нефтепроводов могут приводить к преждевременному их разрушению не по сварному шву, а по скопленению повреждений</p>	

В Белорусском государственном университете (БГУ) состоялась презентация универсального испытательного центра SZ-01 уровня Hi-Tech (разработчик ООО «НПО ТРИБОФАТИКА», изготовитель ПО «Гомсельмаш»). На презентации присутствовали известные ученые и инженеры БелГУТа, ОИМ НАН Б, МАЗа, БелАЗа и др. Центр SZ-01 не имеет аналогов в мире



Издана первая на китайском языке монография по трибофатике (*Sosnovskiy, L. A. Tribo-Fatigue. Wear-fatigue damage and its prediction (in chinese) / L. A. Sosnovskiy. – Beijing : China University of Mining and Technology Press, 2013. – 324 p. 摩擦疲劳学 磨损 – 疲劳损伤及其预测. L. A. 索斯洛夫斯基著, 高万振译 – 中国矿业大学出版社, 2013. – 324 p.*)



2013

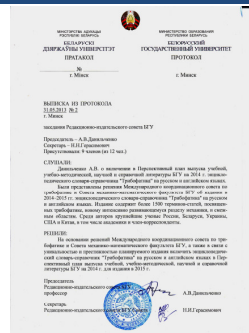
Вышла в свет монография (*Сосновский, Л. А. Принципы механотермодинамики / Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 154 с.*), в которой впервые выполнено объединение двух фундаментальных разделов физики: механики и термодинамики

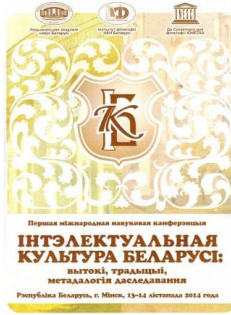



В Большой международной энциклопедии «Лучшие люди» (Россия, Казахстан, Украина, Беларусь) впервые опубликованы статьи «Сосновский Леонид Адамович. Персона. – С. 33 и «Общество с ограниченной ответственностью «НПО ТРИБОФАТИКА». Надежный бизнес-партнер». – С. 83 / Большая международная энциклопедия. Лучшие люди : Успешные люди. Россия. Казахстан. Украина. Беларусь. – М., 2013. – Вып. 2013 г. – 920 с.



Принято решение об издании (на русском, английском и китайском языках) в 2015 г. энциклопедического словаря-справочника «ТРИБОФАТИКА», в котором будут обобщены основные сведения по механике, физике и статистике усталостного разрушения, трению, изнашиванию и смазке, комплексному износоусталостному повреждению и разрушению; будут представлены также необходимые сведения по смежным научным дисциплинам (прочность материалов и конструкций, материаловедение и др.)



<p>2014</p>	<p>В Институте философии Национальной академии наук Беларуси на Первой международной научной конференции «Интеллектуальная культура Беларуси: истоки, традиции, методология исследования» впервые представлен доклад по трибофатике «О методологии развития технической науки как органической составляющей интеллектуальной культуры Беларуси» (авторы Л. А. Сосновский, С. С. Щербаков, А. А. Лазаревич)</p>	
<p>По инициативе В. И. Сенько и предложению Л. А. Сосновского и А. В. Путято решением Ученого совета в БелГУТе впервые создана кафедра по трибофатике (на механическом факультете): «Динамика, прочность и износостойкость транспортных средств». Заведующим кафедры избран д.т.н., доцент Путято А. В.</p>		
<p>2014-2015</p>	<p>Специалисты по трибофатике впервые представили разработку по нанотехнологии: <i>Щербаков, С. С. О некоторых методах управления движением и деформированием нанообъектов / С. С. Щербаков, Л. А. Сосновский // Наноструктурные материалы-2014: Беларусь – Россия – Украина (НАНО-2014) : материалы IV Международной научной конференции, Минск, 7–10 окт. 2014 г. ; редкол. : П. А. Витязь [и др.]. – Минск : Беларуская навука, 2014. – С. 328; Sherbakov, S. S. Manipulation of nanoobjects by electromagnetic and van der Waals forces / S. S. Sherbakov, L. A. Sosnovskiy // Proceedings of VIII International Symposium on Mechanics of materials and Structures and Fracture and Fragmentation in Science and Engineering Conference, Augustow, Poland, May 31 – June 3. – Augustow, 2015. – P. 147–148</i></p>	
<p>2015</p>	<p>«За актыўнае супрацоўніцтва з Нацыянальнай акадэміяй навук Беларусі і высокія дасягненні у навукова-даследчай дзейнасці» Л. А. Сосновский награжден Почетной грамотой НАН Беларуси</p>	
<p>2015, 26-27 ноября</p>	<p>Состоится VII Международный симпозиум по трибофатике ISTF 2015 (Гомель, Беларусь)</p>	

Составили А. В. Кухарев и С. А. Тюрин